

Также в доказательствах ключевую роль играет следующая лемма, вытекающая, например, непосредственно из определения биномиальности.

Лемма. *Имеет место тождество*

$$\sum_{k=0}^n C_n^k (B_k(x+a)B_{n-k}(x+b) - B_k(x+a+b)B_{n-k}(x)) \equiv 0,$$

где $\{B_k(x)\}$ — произвольная биномиальная последовательность многочленов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 08-01-00028).

ЛИТЕРАТУРА

1. Karp D., Sitnik S. M. *Log-convexity and log-concavity of hypergeometric-like functions* // J. of Math. Analysis and Appl. – 2010. – V. 364. – No 2. – P. 384-394.

И. М. Камалутдинов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,
ildar.kamalutdinov@ksu.ru*

ПРЯМАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА АЭРОГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ ПРОФИЛЯ НАД ЭКРАНОМ С УЧЕТОМ ВЯЗКОСТИ

В задачах расчета и проектирования крылового профиля экраноплана под экраном понимают плоскую поверхность, над которой движется профиль. Экран оказывает сильное влияние на аэродинамические характеристики крылового профиля. В частности, на умеренных углах атаки при приближении к экрану наблюдается падение сопротивления и значительный

рост подъемной силы (см., напр., [1]). Вязкость потока необходимо учитывать для получения представления о реальном обтекании профиля, а также для вычисления сопротивления. Поскольку число Рейнольдса набегающего потока достаточно большое, то можно воспользоваться моделью пограничного слоя (ПС).

В работе [2] приведен численно-аналитический метод решения задачи обтекания крылового профиля экраноплана в случаях подвижного и неподвижного экранов. Рассмотрены высоты полета, на которых ПС на профиле и экране не взаимодействуют. Для расчета ПС на движущемся экране уравнения Прандтля сведены к одному дифференциальному уравнению четвертого порядка для функции тока.

В настоящей работе представлен численно-аналитический метод расчета обтекания крылового профиля над движущимся экраном. Вязкость несжимаемого потока учтена по модели ПС. Образующийся на экране ПС рассчитан прямым решением уравнений Прандтля при помощи конечно-разностной связанной схемы Дэвиса (см., напр., [3]), которая представляет собой вариант полностью неявной схемы с одновременным решением уравнений движения и неразрывности. ПС на профиле рассчитан полуэмпирическим методом Эпплера [4]. Высота полета выбрана из соображения отсутствия взаимодействия между ПС на профиле и экране. Решение задачи реализовано в виде итерационного процесса. Идея одной итерации этого процесса состоит в расчете потенциального течения идеальной несжимаемой жидкости во внешности полутел вытеснения на профиле и экране последующем расчете ПС. Контур полутела вытеснения на экране моделируется линией разрыва скорости. Изучено

влияние ПС на экране на сопротивление профиля. Результаты проанализированы, сделаны выводы.

Выражаю благодарность Н. Б. Ильинскому и Р. Ф. Марданову за полезные советы.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009 – 2013 годы (госконтракт П1124).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Серебрянский Я. М., Биячуев Ш. А. *Исследование в трубе горизонтального установившегося движения крыла на небольшом расстоянии от земли* // Труды ЦАГИ. – 1939. – Вып. 347. – С. 32.

2. Maklakov D V., Il'inskiy N B., Shahov V G. *On the profile drag induced by the boundary layer on the ground* // High speed Hydrodynamics, June 2002. Cheboksary. Russia. – P. 21-28.

3. Андерсон Д. *Вычислительная гидромеханика и теплообмен. Т. 2.* – М.: Мир, 1990.

4. Eppler R. *Airfoil design and data.* – Berlin: Springer-Verlag, 1990. – 562 p.